

Rec'd PCT/PTO 08 FEB 2003

PCT/JP03/07525

10/523077

12.06.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 01 AUG 2003

WIPG PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 8月20日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-239550  
[ST. 10/C]: [JP2002-239550]

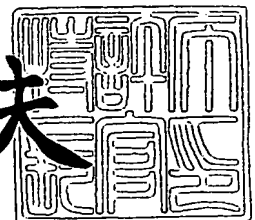
出 願 人  
Applicant(s): 住友重機械工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



Best Available Copy

出証番号 出証特2003-3057201

【書類名】 特許願

【整理番号】 SJ0670

【提出日】 平成14年 8月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F25B 9/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市谷戸町二丁目 1 番 1 号 住友重機械工業株式会社 田無製造所内

【氏名】 田中 秀和

【特許出願人】

【識別番号】 000002107

【氏名又は名称】 住友重機械工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080458

【弁理士】

【氏名又は名称】 高矢 諭

【選任した代理人】

【識別番号】 100089015

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧野 剛博

【選任した代理人】

【識別番号】 100076129

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 圭佑

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-115670

【出願日】 平成14年 4月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006943

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102448

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 極低温冷凍機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源と冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの間に設けられた、該吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段と、

冷凍機ユニットの熱負荷部の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力信号に応じて、前記吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする冷凍機ユニット。

【請求項 2】

電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、

前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高压冷媒管に取り付けられた高压圧力センサと、

前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒排出口とを接続する低压冷媒管に取り付けられた低压圧力センサと、

前記高压圧力センサと前記低压圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、

請求項 1 に記載の冷凍機ユニットの複数台と、

前記圧縮機ユニット 1 台もしくは複数台にて構成されることを特徴とする極低温冷凍機。

【請求項 3】

電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、

前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高压冷媒管と前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒排出口とを接続す

る低圧冷媒管の間に取り付けられた差圧圧力センサと、

該差圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、

請求項 1 に記載の冷凍機ユニットの複数台と、

前記圧縮機ユニット 1 台もしくは複数台にて構成されることを特徴とする極低温冷凍機。

#### 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とするクライオポンプ。

#### 【請求項 5】

クライオポンプのクライオパネルの任意の位置の温度を検出する温度センサと

該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする請求項 4 に記載のクライオポンプ。

#### 【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする超伝導マグネット。

#### 【請求項 7】

超伝導マグネットの任意の位置の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする請求項 6 に記載の超伝導マグネット。

#### 【請求項 8】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする極低温計測装置。

**【請求項 9】**

極低温計測装置の任意の位置の温度を検出する温度センサと、  
該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、  
を備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の極低温計測装置。

**【請求項 10】**

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする簡易液化機。

**【請求項 11】**

簡易液化機の任意の位置の温度を検出する温度センサと、  
該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、  
を備えたことを特徴とする請求項 10 に記載の簡易液化機。

**【請求項 12】**

簡易液化機の液溜容器内の液面検出手段と、  
該液面検出手段の出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、  
を備えたことを特徴とする請求項 10 に記載の簡易液化機。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、極低温冷凍機に係り、特に、クライオポンプ、超伝導マグネット、極低温計測装置、簡易液化機等に用いるのに好適な、温度調節を行なうことが可能な極低温冷凍機に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

極低温冷凍機は、一般に、蓄冷材を収納すると共に膨張室を内部に有する膨張式冷凍機ユニットと、圧縮機本体を収納した圧縮機ユニットとを備えており、前記冷凍機ユニットが極低温に冷却されるべき装置や容器などに取付けられる。そして、圧縮機ユニットによって高圧にした冷媒ガスを冷凍機ユニットに送り、ここで、その高圧の冷媒ガスを蓄冷材によって冷却してから膨張させて更に冷却し、その低圧の冷媒ガスを圧縮機ユニットに戻すという冷凍サイクルを繰り返すことによって、極低温を得ている。

#### 【0003】

このような冷凍機で温度調節を行なう場合、従来は、冷凍機ユニットに電気ヒータを配設することで、熱負荷を入れて温度を調節していた。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、極低温の環境で使うことから、ヒータの信頼性が低く、度々絶縁不良や、これによる漏電のための緊急停止等の不具合が発生していた。

#### 【0005】

又、他の方法として、特開 2000-121192 に記載されている如く、圧縮機本体の回転数をインバータで制御し、ガス量を調整して温度調整することも考えられるが、この方法は、1 台の圧縮機ユニットで 1 台の冷凍機ユニットを運転する場合は有効であるが、1 台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合は、個々の冷凍機ユニットの温度調整を行なうことができないという問題点を有していた。

#### 【0006】

更に、1 台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合には、各冷凍機ユニットの起動時のバルブタイミングそのままであることから、各冷凍機ユニットに流れるガス流量にバラツキ（吸気タイミングが重なった場合に先に吸気される冷凍機ユニットに多く流れる）が発生し、冷凍機ユニット管の冷凍能力にバラツキが出るという問題点も有していた。

#### 【0007】

本発明は、前記従来の問題点を解決するべくなされたもので、常温部に設けた

温度制御機構によって、温度調節可能とすることを第1の課題とする。

【0008】

本発明は、又、1台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合の冷凍機ユニット間のバラツキを解消することを第2の課題とする。

【0009】

本発明は、更に、消費電力を低減することを第3の課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は、極低温冷凍機において、電源と冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの間に設けられた、該吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段と、冷凍機ユニットの熱負荷部の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力信号に応じて、前記吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラとを備えることにより、前記第1の課題を解決したものである。

【0011】

又、1台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合に、前記手段を用いた冷凍機ユニットを構成することで、前記第2の課題を解決したものである。

【0012】

本発明は、又、極低温冷凍機において、電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管に取り付けられた高圧圧力センサと、前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒排出口とを接続する低圧冷媒管に取り付けられた低圧圧力センサと、前記高圧圧力センサと前記低圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、前記冷凍機ユニットの複数台と、前記圧縮機ユニット1台もしくは複数台にて構成することにより、前記第3の課題を解



決したものである。

【0013】

本発明は、又、極低温冷凍機において、電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管と前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒排出口とを接続する低圧冷媒管の間に取り付けられた差圧圧力センサと、該差圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、前記冷凍機ユニットの複数台と、前記圧縮機ユニットの1台もしくは複数台にて構成することにより、前記第3の課題を解決したものである。

【0014】

本発明は、又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とするクライオポンプを提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0015】

本発明は、又、クライオポンプのクライオパネルの任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とするクライオポンプを提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0016】

又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする超伝導マグネットを提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0017】

本発明は、又、超伝導マグネットの任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラ

と、を備えたことを特徴とする超伝導マグネットを提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0018】

又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする極低温計測装置を提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0019】

本発明は、又、極低温計測装置の任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする極低温計測装置を提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0020】

本発明は、又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする簡易液化機を提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0021】

本発明は、又、簡易液化機の任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする簡易液化機を提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0022】

又、簡易液化機の液溜容器内の液面検出手段と、該液面検出手段の出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする簡易液化機を提供することで、前記第1の課題を解決し、更に、前記第2、3の課題を解決したものである。

【0023】

**【発明の実施の形態】**

以下図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

**【0024】**

本発明の第1実施形態は、図1に示す如く、本発明を、2段G-M（ギフォード・マクマホン）サイクル冷凍機の冷凍機ユニット10の1段低温部11の温度を調整する場合に適用したもので、電源20と冷凍機ユニット10の吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータ14の間に設けられたインバータ22と、冷凍機ユニット10の熱負荷部である1段低温部11の温度を検出する温度センサ24と、該温度センサ24の出力に応じて、前記インバータ22の出力周波数をフィードバック制御するコントローラ26とを備えている。図において、12は、前記冷凍機ユニット10の2段低温部である。

**【0025】**

本実施形態において、インバータ22の出力周波数は、温度センサ24によって検出された1段低温部11の温度に応じて、コントローラ26によりフィードバック制御され、吸排気バルブ駆動用モータ14により、冷凍機ユニット10の吸排気のサイクルタイムが調整される。従って、1段低温部11の温度が目標値より低い時は、冷凍機の吸排気のサイクルタイムを長くすることで、1段低温部11の温度を上げることができる。逆に、1段低温部11の温度が目標値より高い時は、冷凍機の吸排気のサイクルタイムを短くすることで、1段低温部11の温度を下げるができる。

**【0026】**

負荷を15W、5W、0Wと変化させた場合の1段低温部の温度（1段温度と称する）の変化状態を図2に示す。従来のように冷凍機回転数を72rpmに固定した場合には、1段温度が、破線で示す如く、負荷が減るに連れて100.9Kから65K、45Kへと下がっていったのに対し、本発明により、冷凍機回転数を負荷5Wの場合で42rpm、負荷0Wの場合で30rpmに下げた場合には、実線で示す如く、1段温度をほぼ100Kで一定に維持することができた。

**【0027】**

次に、本発明の第2実施形態を説明する。

## 【0028】

本実施形態は、図3に示す如く、1台の圧縮機ユニット30で3台の2段G-Mサイクル冷凍機の冷凍機ユニット10A、10B、10Cを運転する場合に本発明を適用したもので、各冷凍機ユニット10A、10B、10Cには、第1実施形態と同様にインバータ22A、22B、22C、温度センサ24A、24B、24C、及び、コントローラ26A、26B、26Cが設けられている。

## 【0029】

本実施形態において、各冷凍機ユニットは、1段低温部の温度が目標値になるように吸排気のサイクルタイムをコントロールできるので、冷凍機ユニット間のばらつきを解消することができる。

## 【0030】

次に、本発明の第3実施形態を説明する。

## 【0031】

本実施形態は、図4に示す如く、1台の圧縮機ユニット30で3台の2段G-Mサイクル冷凍機の冷凍機ユニット10A、10B、10Cを運転する場合に本発明を適用したもので、各冷凍機ユニット10A、10B、10Cには、第1実施形態と同様にインバータ22A、22B、22C、温度センサ24A、24B、24C、及び、コントローラ26A、26B、26Cが設けられている。

## 【0032】

本実施形態においては、更に、電源20と圧縮機ユニット30の間に設けられた第2のインバータ40と、圧縮機ユニット30と冷凍機ユニット10A、10B、10Cを繋ぐ作動ガス配管の高圧ガスライン32及び低圧ガスライン34にそれぞれ配設された圧力センサ42、44と、該圧力センサ42、44の出力信号に基づいて高圧ガスと低圧ガスの差圧を算出し、第2のインバータ40の出力周波数を制御することで、圧縮機の回転数を調整し、差圧を調整する第2のコントローラ46とを備えている。

## 【0033】

本実施形態において、まず冷凍機の冷凍能力は、高圧ガスと低圧ガスの差圧で決まることから、圧力センサ42、44の出力により差圧を一定値に制御する。

このとき、熱負荷が小さい冷凍機ユニットは、その吸排気のサイクルタイムをインバータ 22 A、22 B、又は 22 C で長くすることで、ガス流量を少なくし、求められる温度に調整できる。このとき、その冷凍機ユニットに流れるガス量が減ることで、差圧が上がろうとするが、差圧を一定にするようインバータ 40 により圧縮機 30 の回転数が下がるので、全体の消費電力を低減できる。

#### 【0034】

本実施形態によれば、各冷凍機ユニットに設けたインバータ 22 A、22 B、22 C による各冷凍機毎の温度調節と、それぞれによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット 30 に設けた第 2 のインバータ 40 による消費電力低減の両立を図ることができる。

#### 【0035】

次に、本発明の第 4 実施形態を説明する。

#### 【0036】

本実施形態は、図 5 に示す如く、1 台の圧縮機ユニット 30 で 3 台の 2 段 G-M サイクル冷凍機の冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を運転する場合に本発明を適用したもので、各冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C には、第 1 実施形態と同様にインバータ 22 A、22 B、22 C、温度センサ 24 A、24 B、24 C、及び、コントローラ 26 A、26 B、26 C が設けられている。

#### 【0037】

本実施形態においては、更に、電源 20 と圧縮機ユニット 30 の間に設けられた第 2 のインバータ 40 と、圧縮機ユニット 30 と冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を繋ぐ作動ガス配管の高圧ガスライン 32 及び低圧ガスライン 34 に配設された差圧圧力センサ 48 と、該差圧圧力センサ 48 の出力信号に基づいて、第 2 のインバータ 40 の出力周波数を制御することで、圧縮機ユニット 30 の回転数を調整し、差圧を調整する第 2 のコントローラ 46 とを備えている。

#### 【0038】

本実施形態において、まず冷凍機の冷凍能力は、高圧ガスと低圧ガスの差圧で決まることから、差圧圧力センサ 48 の出力により差圧を一定値に制御する。このとき、熱負荷が小さい冷凍機ユニットは、その吸排気のサイクルタイムをイン

バータ 22A、22B、又は 22C で長くすることで、ガス流量を少なくし、求められる温度に調整できる。このとき、冷凍機ユニットに流れるガス量が減ることで、差圧が上がろうとするが、差圧を一定にするようインバータ 40 により圧縮機 30 の回転数が下がるので、全体の消費電力を低減できる。

#### 【0039】

本実施形態によれば、各冷凍機ユニットに設けたインバータ 22A、22B、22C による各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット 30 に設けた第 2 のインバータ 40 による消費電力低減を図ることができる。

#### 【0040】

次に、本発明をクライオポンプに適用した第 5 実施形態を図 6 に示す。この図は、第 3 実施形態を適用したもので、図 4 に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

#### 【0041】

本実施形態において、50A、50B、50C は、冷凍機ユニット 10A、10B、10C が取り付けられたポンプ容器であり、52A、52B、52C は例えば半導体製造装置において真空排気されるチャンバである。温度センサ 24A、24B、24C は、冷凍機ユニットの 1 段もしくは 2 段の熱負荷部に限らず、クライオポンプのクライオパネルの任意の位置に取り付けられる。

#### 【0042】

本実施形態によれば、第 3 実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けられたインバータ 22A、22B、22C による各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット 30 に設けた第 2 のインバータ 40 による消費電力低減を図ることができる。

#### 【0043】

なお、本実施形態では、クライオポンプと冷凍機ユニットは、1 対 1 の組み合わせであるが、1 台のクライオポンプに対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第 1 実施形態、第 2 実施形態、及び、第 4 実施形態を適用することもできる。

## 【0044】

次に、本発明を超伝導マグネットに適用した第6実施形態を図7に示す。この図は、第3実施形態を適用したもので、図4に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

## 【0045】

本実施形態において、60A、60B、60Cは、冷凍機ユニット10A、10B、10Cが取り付けられた超伝導マグネットであり、62A、62B、62Cは例えば核磁気共鳴イメージング(MRI)装置である。温度センサ24A、24B、24Cは、冷凍機ユニットの1段もしくは2段の熱負荷部に限らず、超伝導マグネットの任意の位置に取り付けられる。

## 【0046】

本実施形態によれば、第3実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けたインバータ22A、22B、22Cによる各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット30に設けた第2のインバータ40による消費電力低減を図ることができる。

## 【0047】

なお、本実施形態では、超伝導マグネットと冷凍機ユニットは、1対1の組み合わせであるが、1台の超伝導マグネットに対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第1実施形態、第2実施形態、及び、第4実施形態を適用することもできる。

## 【0048】

ここでは、医療の分野で使用されるMRIについて説明したが、本発明はそれ以外の分野で使用される超伝導マグネット(例えばMCZ等)についても適用できる。

## 【0049】

次に、本発明を極低温測定装置に適用した第7実施形態を図8に示す。この図は、第3実施形態を適用したもので、図4に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

## 【0050】

本実施形態において、70A、70B、70Cは、冷凍機ユニット10A、10B、10Cが取り付けられた極低温測定装置（例えばX線回折測定装置、光透過測定装置、フォトルミネッセンス測定装置、超伝導体測定装置、ホール効果測定装置等）である。温度センサ24A、24B、24Cは、冷凍機ユニットの1段もしくは2段の熱負荷部に限らず、極低温測定装置の任意の位置に取り付けられる。

#### 【0051】

本実施形態によれば、第3実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けたインバータ22A、22B、22Cによる各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット30に設けた第2のインバータ40による消費電力低減を図ることができる。

#### 【0052】

なお、本実施形態では、超低温測定装置と冷凍機ユニットは、1対1の組み合わせであるが、1台の極低温測定装置に対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第1実施形態、第2実施形態、及び、第4実施形態を適用することもできる。

#### 【0053】

次に、本発明を簡易液化機に適用した第8実施形態を図9に示す。この図は、第3実施形態を適用したもので、図4に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

#### 【0054】

本実施形態において、80A、80B、80Cは、冷凍機ユニット10A、10B、10Cが取り付けられた液溜容器であり、82A、82B、82Cはガスラインである。温度センサ24A、24B、24Cは、冷凍機ユニットの1段もしくは2段の熱負荷部に限らず、簡易液化機の任意の位置に取り付けられる。

#### 【0055】

本実施形態によれば、第3実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けたインバータ22A、22B、22Cによる各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット30に設けた第2



のインバータ 40 による消費電力低減を図ることができる。

#### 【0056】

本実施形態において、温度センサ 24 A、24 B、24 C の代わりに、図 10 に示す第 9 実施形態のように、上記液溜容器 80 A、80 B、80 C の内部に液面センサ 28 A、28 B、28 C を取り付け、該液面センサの出力に応じた制御を行うことで第 3 実施形態と同様な効果を得ることができる。

#### 【0057】

なお、本実施形態では、簡易液化機と冷凍機ユニットは、1 対 1 の組み合わせであるが、1 台の簡易液化機に対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第 1 実施形態、第 2 実施形態、及び、第 4 実施形態を適用することもできる。

#### 【0058】

前記実施形態においては、いずれも、2 段 G-M サイクル冷凍機を制御するようにされていたが、本発明の適用対象はこれに限定されず、冷凍機一般（例えば、単段 G-M サイクル冷凍機、3 段 G-M サイクル冷凍機、変形ソルベイサイクル冷凍機、パルス管式冷凍機等）の温度制御にも同様に適用できることは明らかである。又、吸排気のサイクルタイムを司る機構も吸排気バルブ駆動用モータに限定されない。

#### 【0059】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、温度制御機構を構成するインバータやコントローラが常温部にあることから、電気ヒータを低温部に設ける場合に比べて信頼性の高い方法で、冷凍機の温度調節を行なうことが可能となる。又、1 台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合でも、個々の冷凍機ユニットの温度調整が可能となり、冷凍機ユニット間のバラツキを解消できる。

#### 【0060】

特に、圧縮機ユニットのインバータ制御を組み合わせた場合には、システムとして最適なガス流量を得るように圧縮機の回転数を調整して、消費電力を低減することが可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明に係る極低温冷凍機の第 1 実施形態の構成を示すブロック図

**【図 2】**

第 1 実施形態の効果を従来例と比較して示す線図

**【図 3】**

本発明の第 2 実施形態の構成を示す管路図

**【図 4】**

本発明の第 3 実施形態の構成を示す管路図

**【図 5】**

本発明の第 4 実施形態の構成を示す管路図

**【図 6】**

本発明の第 5 実施形態であるクライオポンプの概略構成図

**【図 7】**

本発明の第 6 実施形態である超伝導マグネットの概略構成図

**【図 8】**

本発明の第 7 実施形態である極低温測定装置の概略構成図

**【図 9】**

本発明の第 8 実施形態である簡易液化機の概略構成図

**【図 10】**

本発明の第 9 実施形態である簡易液化機に液面計を使用した場合の概略構成図

**【符号の説明】**

10、10A、10B、10C…2 段 G-M サイクル冷凍機

14、14A、14B、14C…吸排気バルブ駆動用モータ

20…電源

22、22A、22B、22C、40…インバータ

24、24A、24B、24C…温度センサ

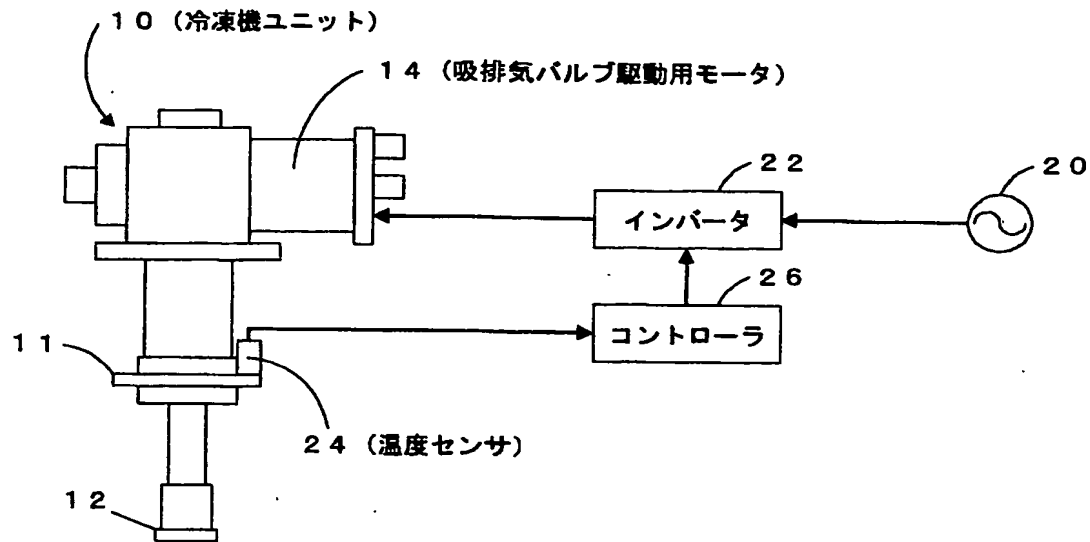
26、26A、26B、26C、46…コントローラ

28A、28B、28C…液面センサ

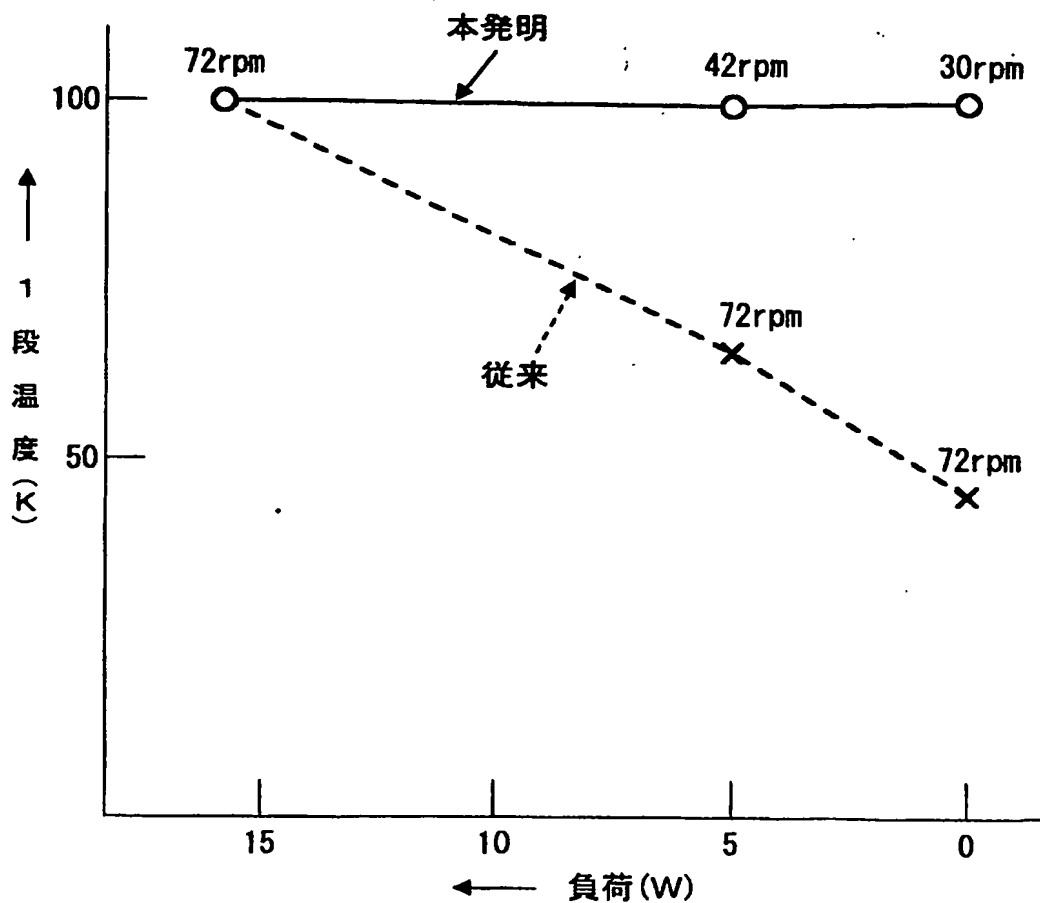
30…圧縮機ユニット  
32…高圧ガスライン  
34…低圧ガスライン  
42、44…圧力センサ  
48…差圧圧力センサ  
50A、50B、50C…ポンプ容器  
52A、52B、52C…チャンバ  
60A、60B、60C…超伝導マグネット  
62A、62B、62C…MRI  
70A、80B、70C…極低温測定装置  
80A、80B、70C…液溜容器  
82A、82B、82C…ガスライン

【書類名】 図面

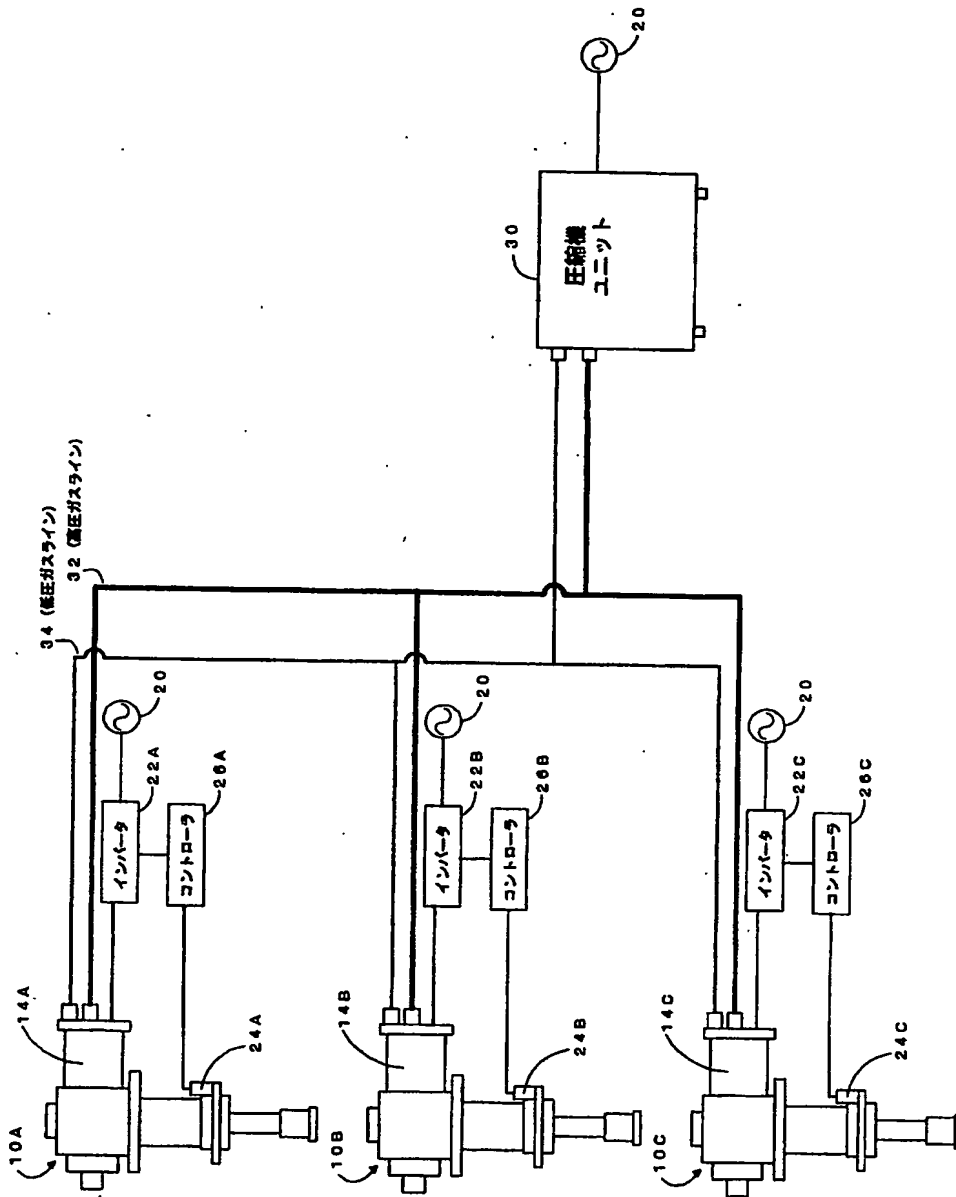
【図 1】



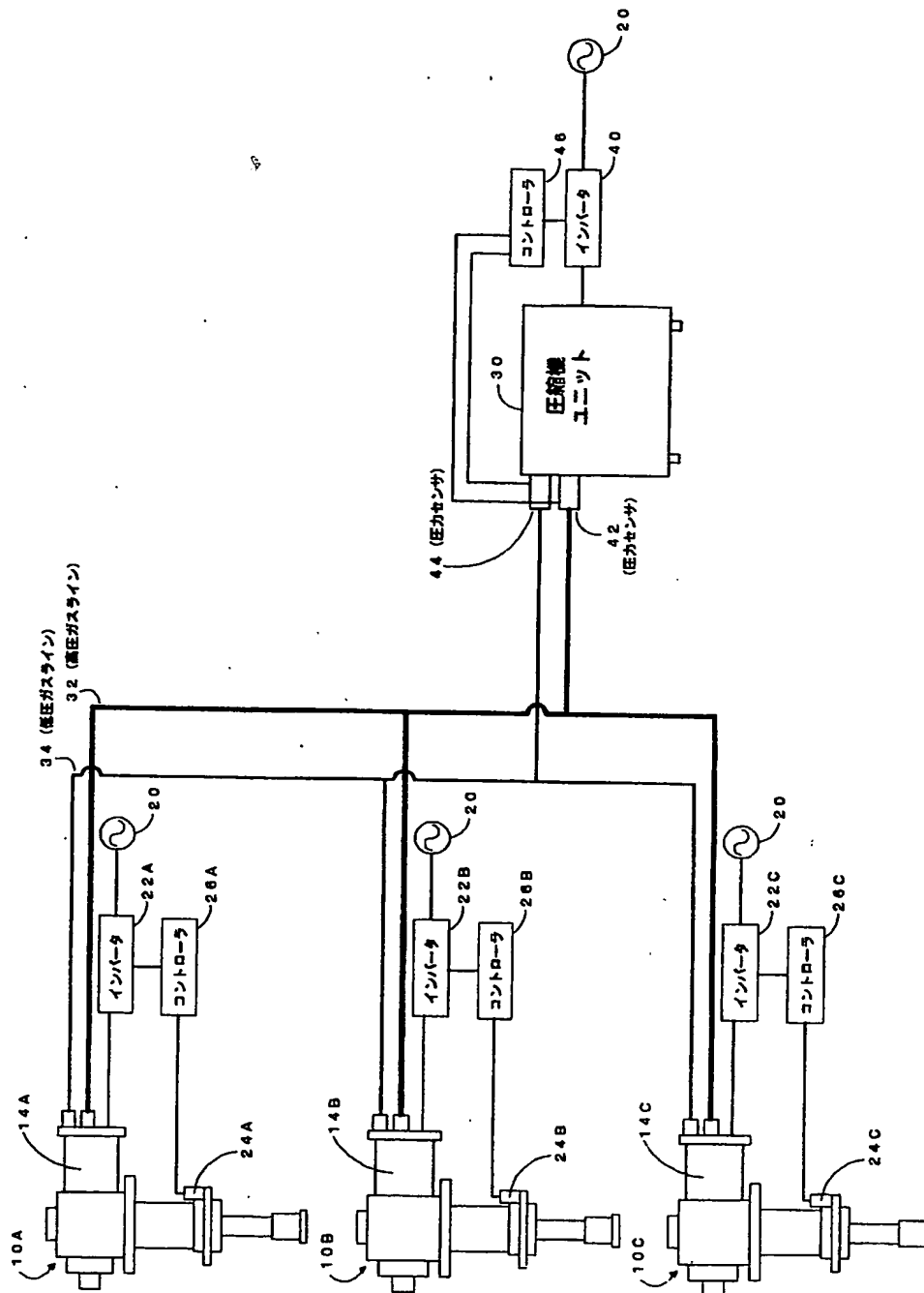
【図 2】



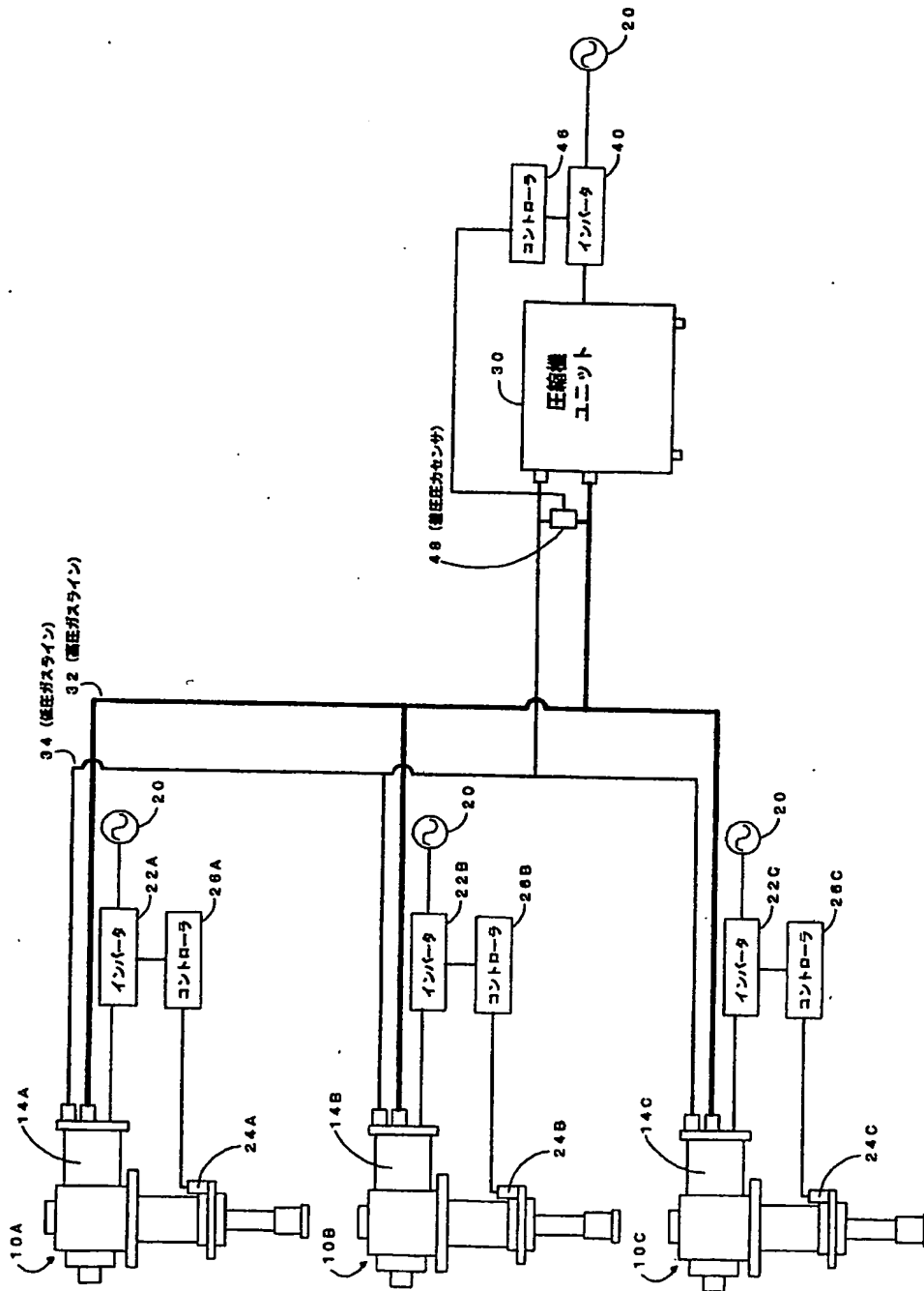
【図3】



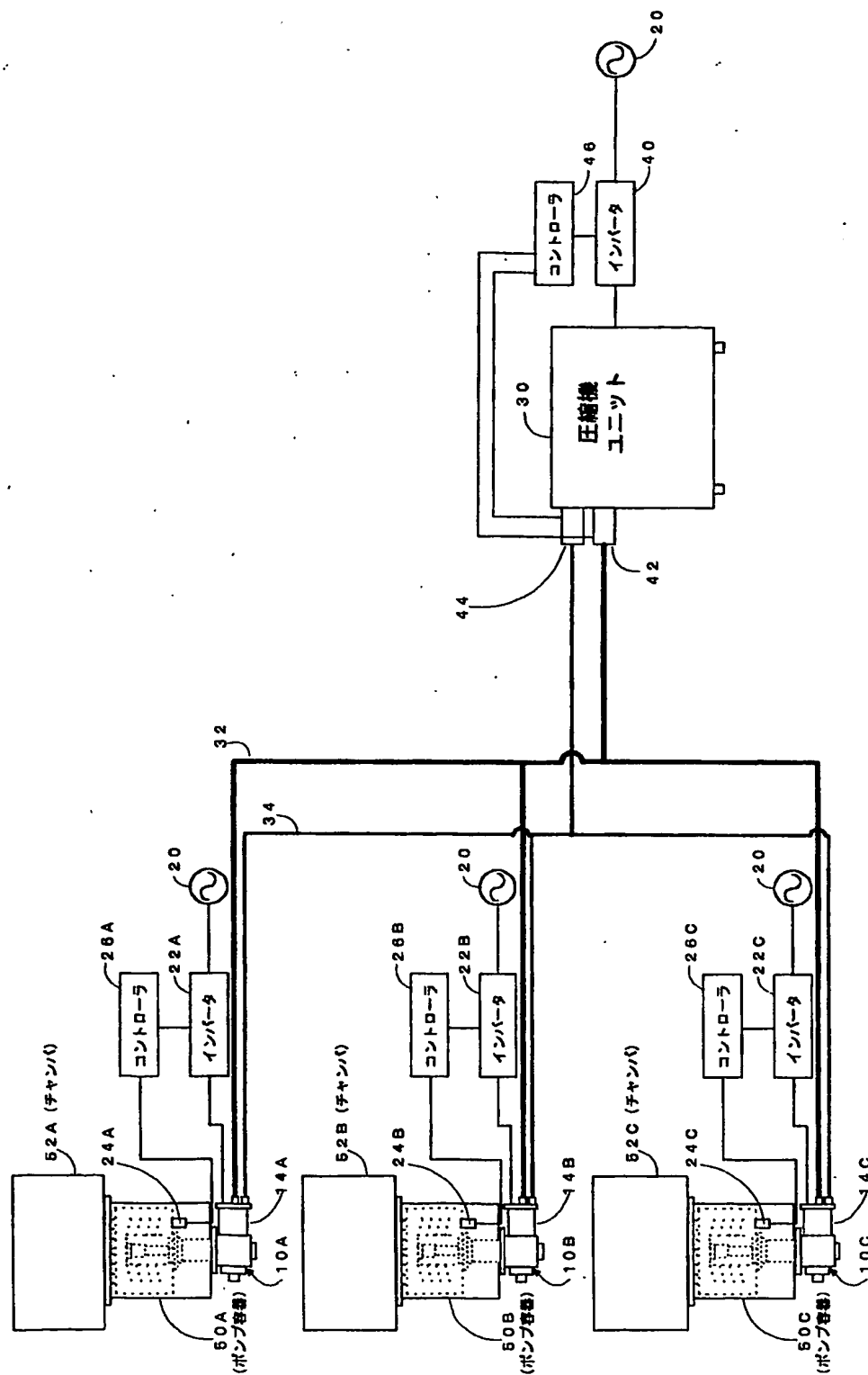
【図 4】



【図 5】



【図 6】

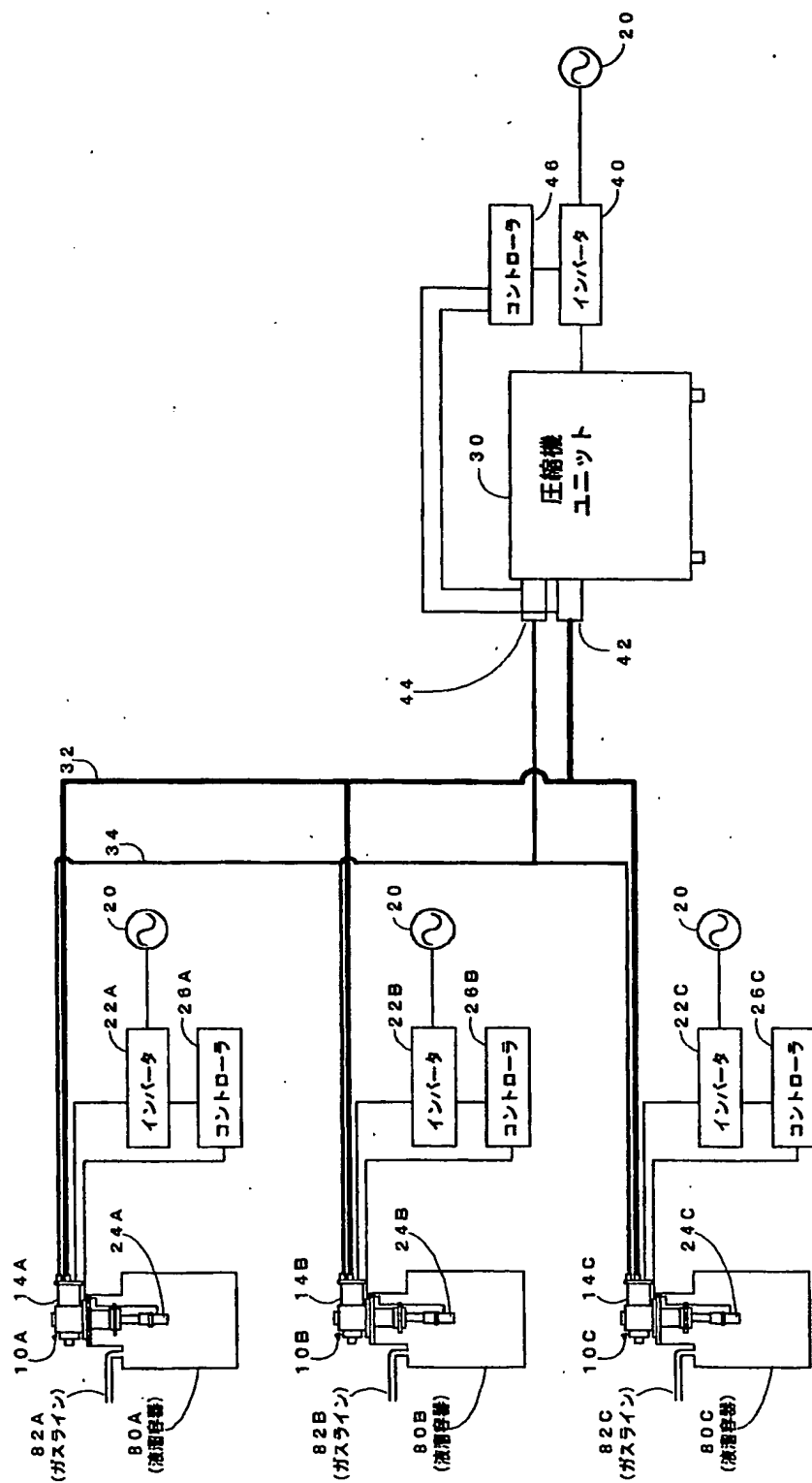




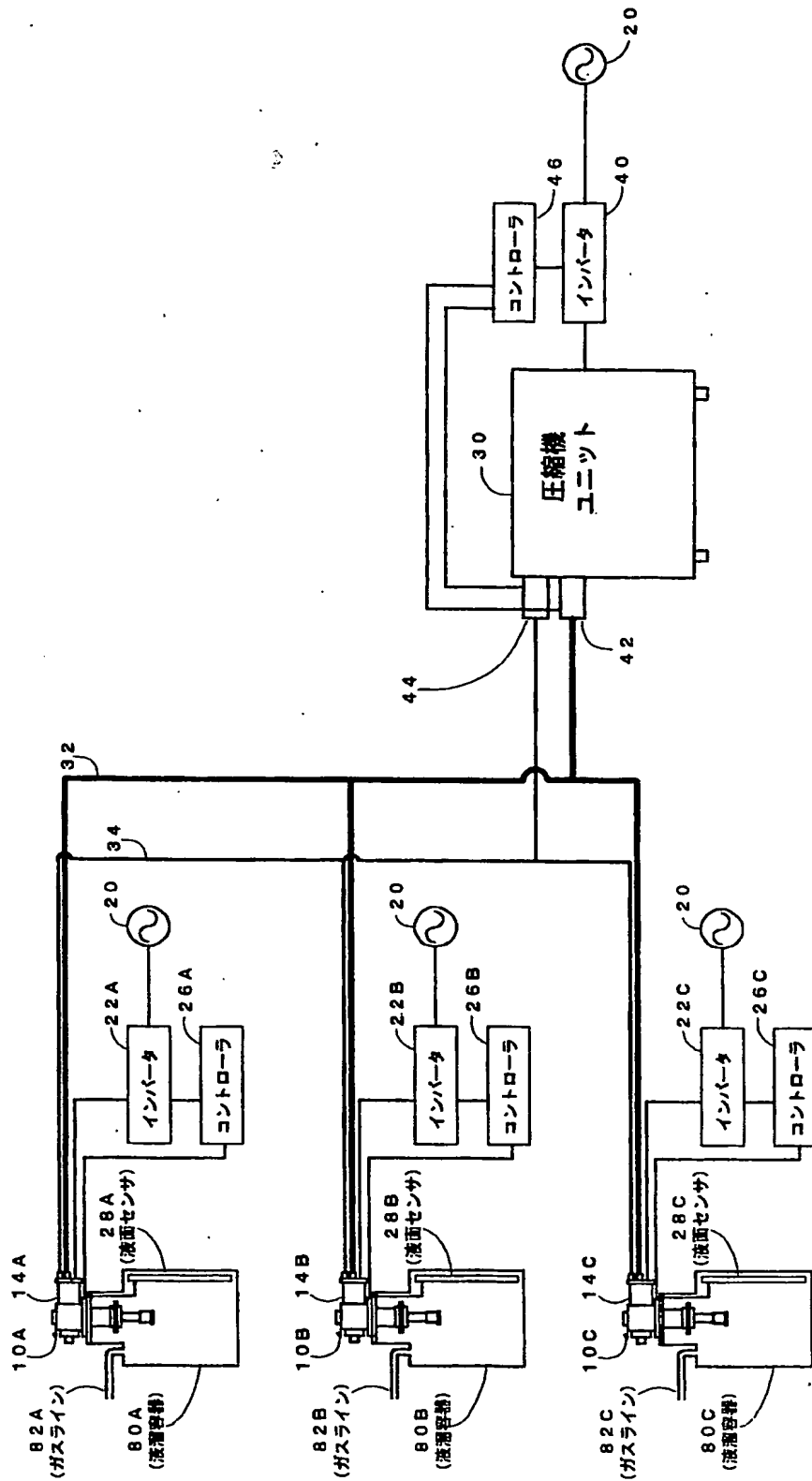




【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電気ヒータを用いることなく、信頼性の高い方法で個々の冷凍機の温度調整を可能とする。

【解決手段】 電源 20 と冷凍機ユニット 10 の吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータ 14 の間にインバータ 22 を設け、冷凍機ユニット 10 の熱負荷部 (11) の温度を検出する温度センサ 24 の出力に応じて、前記インバータ 22 の出力周波数を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2002-239550

出願人履歴情報

識別番号

[000002107]

1. 変更年月日 1994年 8月10日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都品川区北品川五丁目9番11号  
氏 名 住友重機械工業株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月18日  
[変更理由] 名称変更  
住所変更  
住 所 東京都品川区北品川五丁目9番11号  
氏 名 住友重機械工業株式会社
3. 変更年月日 2003年 4月18日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都品川区北品川五丁目9番11号  
氏 名 住友重機械工業株式会社